

# MOVING OBJECTS MONITORING SYSTEM

**Jakub Orolin**

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xoroli01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jiří Háze

E-mail: haze@feec.vutbr.cz

**Abstract:** The presented project deals with the design of a system capable of tracking the moving objects. The output of the thesis is the prototype layout of the device. Facility will be physically inserted between the camera and the tripod. The role of this system is to automatically rolling the camera up the selected moving object.

**Keywords:** Camera, Stand, FPGA, Object tracking

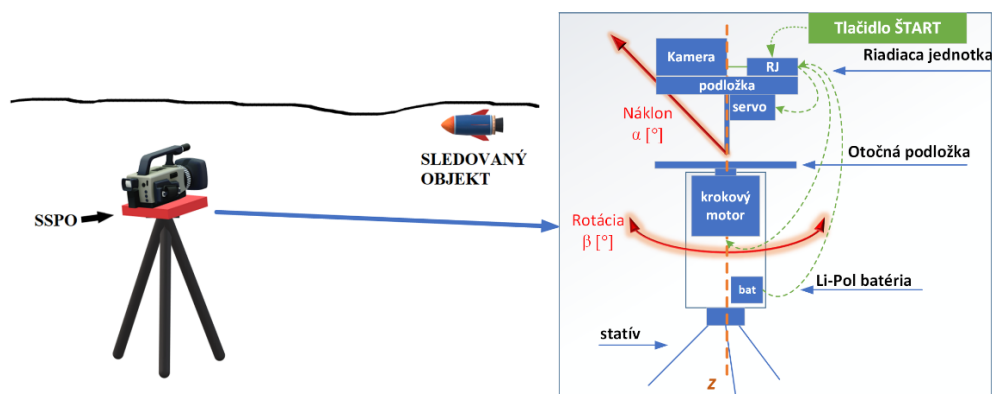
## 1 ÚVOD

Prvý let modelu lietadla, zjazd na lyžiach zasneženou krajinou, či jazda na koni - to sú neopakovateľné momenty, pri ktorých nemáme vždy pri sebe kameramana, ochotného kvalitne tieto udalosti kvalitne zaznamenať. Tento dôvod bol impulzom k rozhodnutiu vypracovať projekt, ktorý by umožňoval automatické natáčanie kamery na pohybujúci sa cieľ, ako je napríklad lyžiar na svahu, lietadlo alebo auto. Práca je zameraná na návrh zameriavacieho systému SSPO (Systém pre sledovanie pohybujúcich sa objektov), ktorý bude schopný sledovať užívateľom zvolený pohybujúci sa objekt, ktorý bude v centre zorného poľa akejkoľvek kamery. Ideálnym konceptom takéhoto zariadenia je “stlač a nestaraj sa”, čo by v praxi pre užívateľa znamenalo namieriť kameru na cieľ, stlačiť tlačidlo nahrávania a ďalej sa už o funkciu kamery nezaujímať.

Výsledkom tejto práce bude návrh prototypu takéhoto zariadenia, ktoré sa v budúcnosti fyzicky umiestni medzi statív a kameru. Spustenie sledovania objektu bude realizované namierením kamery a následným stlačením tlačidla štart.

## 2 MECHANICKÝ KONCEPT SSPO

Konštrukciu SSPO je možné rozdeliť na niekoľko základných častí znázornených na Obrázku 1: nepohyblivý obal krokového motora uchytený o vrchnú časť statívu, otočná podložka pripevnená o hriadeľ motora, servomotor, vrchná podložka s kamerou a riadiacou jednotkou, Li-Pol (Lítium-Polymér) batéria.



Obrázok 1: Grafické znázornenie SSPO

### 3 PRINCÍP SLEDOVANIA POHYBUJÚCICH SA OBJEKTOV Z VIDEOSEKVENCIE

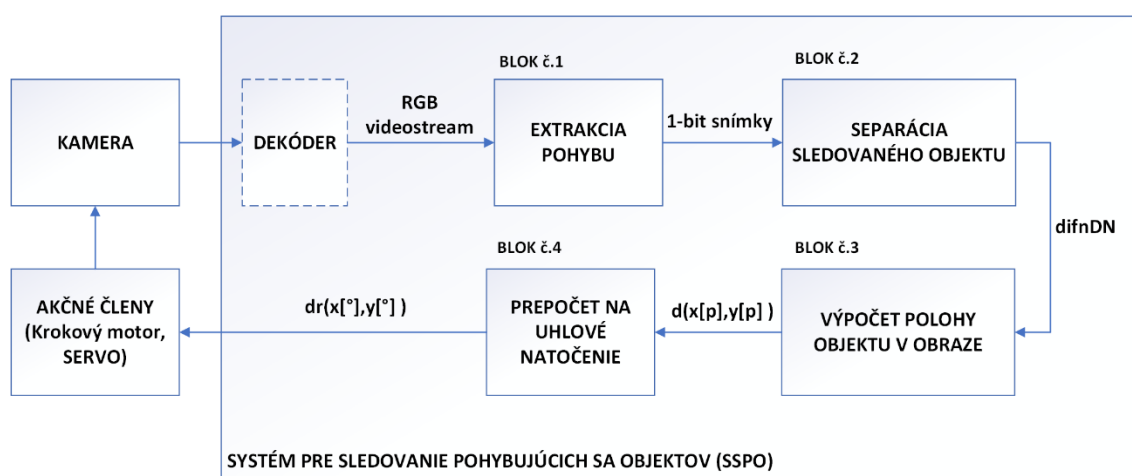
Vytvorenie systému, ktorý by bol schopný sledovať pohybujúci sa objekt iba na základe obrazových informácií bol hlavným dôvodom vytvorenie tohto projektu. V tejto kapitole je čitateľovi predložený jeho koncept.

Hlavným predpokladom funkcie sledovania pohybujúceho sa objektu vo videosekvencii (séria snímkov alebo fotiek vytvorených v časovej postupnosti) je možnosť získania zmien obrazovej informácie, ktorá vyjadruje pohyb. SSPO je možné potom rozdeliť z hľadiska implementácie základných algoritmov na nasledujúce bloky znázornené na **Obrázok 2**.

Blok č.1 na **Obrázok 2** obsahuje vytvorenie rozdielových zašumených snímkov  $dif_n$  a ich filtráciu.

Funkciou bloku č.2 je v prípade, že rozdielové snímky obsahujú niekoľko pohyblivých objektov, odseparovať sledovaný predmet od ostatných na základe zaznamenávania poslednej polohy a špecifických znakov, ako sú napríklad rozmery.

Blok č.3 ďalej obsahuje výpočet geometrického stredu sledovaného objektu. Funkciou bloku č.4 je transformácia vektoru polohy v obraze na vektor v 3D (Three Dimensional) priestore.

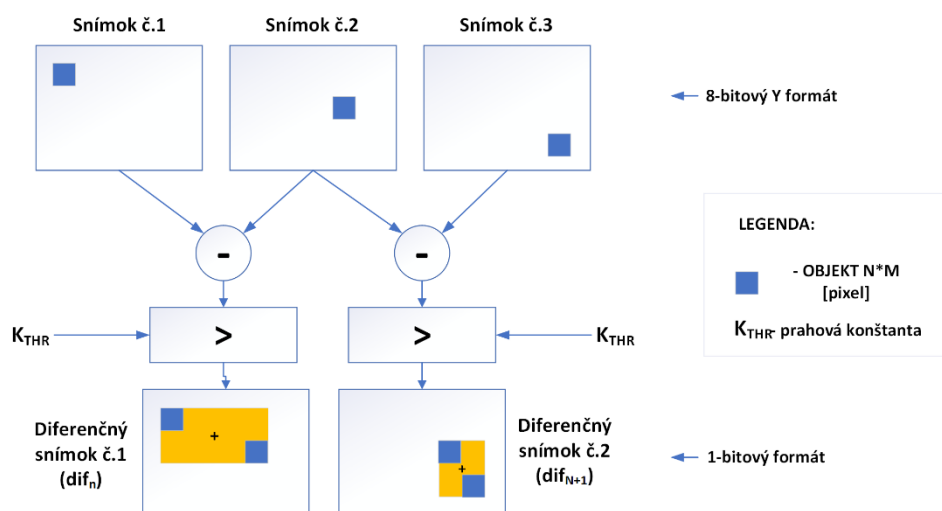


**Obrázok 2:** Základný koncept riešenia systému SSPO

#### 3.1 PRINCÍP ZÍSKANIA ZMIEN POHYBU V OBRAZE

Na úvod treba zdôrazniť, že hlavnou podmienkou správnej funkcie nasledujúcej metódy je nehybnosť obrazového snímača počas získavania snímkov z kamery. Ak by nastal pohyb kamery počas ich získavania, algoritmus by nebol schopný oddeliť statické pozadie od pohybujúceho objektu a algoritmus by nefungoval korektne.

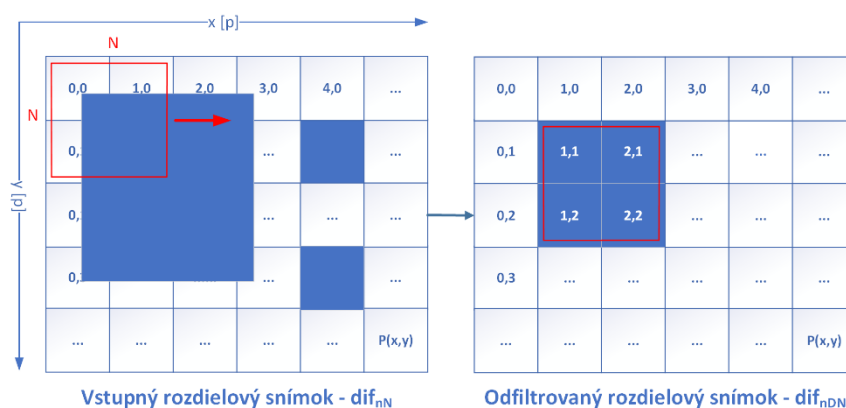
Na **Obrázok 3** na nasledujúcej strane je znázornený algoritmus extrakcie pohybu v sérii nekomprimovaných snímkov. V prvej fáze je potrebné vytvoriť diferenčný snímok  $dif_n$  odčítaním snímku č.1 a snímku č.2 porovnaním výsledku odčítania s hraničnou konštantou  $K_{THR}$ . Určenie numerickej hodnoty  $K_{THR}$  je veľmi dôležité pre správne fungovanie celého systému. Z dôvodu zvýšenia selektivity a citlivosti systému je obraz rozdelený do niekoľkých častí, pričom každá z nich má priradenú unikátnu prahovú hodnotu  $K_{THR}$ . Táto hodnota je vypočítaná ako priemerná zmena jasovej zložky medzi snímkom č.1 a č.2. Po získaní  $dif_n$  a  $dif_{n+1}$  je potrebné vyextrahovať pozíciu objektu. V ďalšom procese budú tieto diferenčné snímky spracovávané ako dvojrozmerné bitové pole z ktorého budú po odfiltrovaní šumu a nežiaducich zmien vypočítané súradnice sledovaného objektu. [1] [2]



Obrázok 3: Grafické znázornenie získania pohybu zo série snímok

### 3.2 ODSTRÁNENIE ŠUMU Z ROZDIELOVÝCH SNÍMKOV

Odstránenie šumu a malých zmien pohybu, ako sú napríklad listie alebo tráva vo vetre v rozdielových snímkach  $dif_n$ , popísaných v predchádzajúcej kapitole, je nevyhnutné pre ich ďalšie spracovávanie. Princípom je prechádzanie filtračným okienkom bod po bode celým obrazom  $dif_n$  a v prípade, že sú pod ním všetky body (na Obrázku 4 sú to 4 body) nastavené do log.1, bude celé okienko prekopírované do výsledného odfiltrovaného snímku.

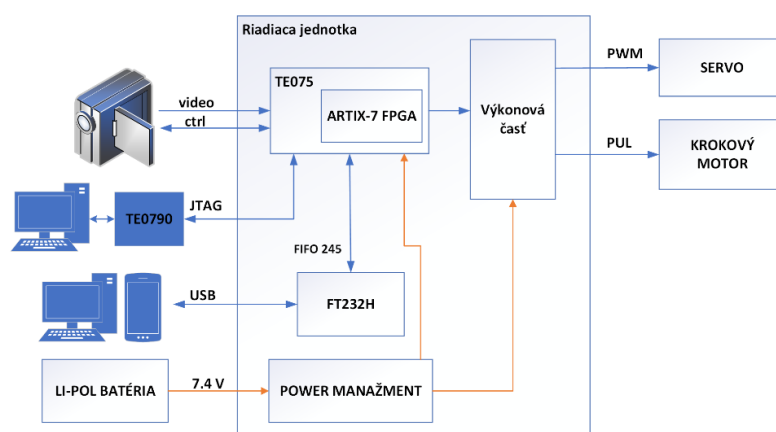


Obrázok 4: Princíp okienkovej filtrácie

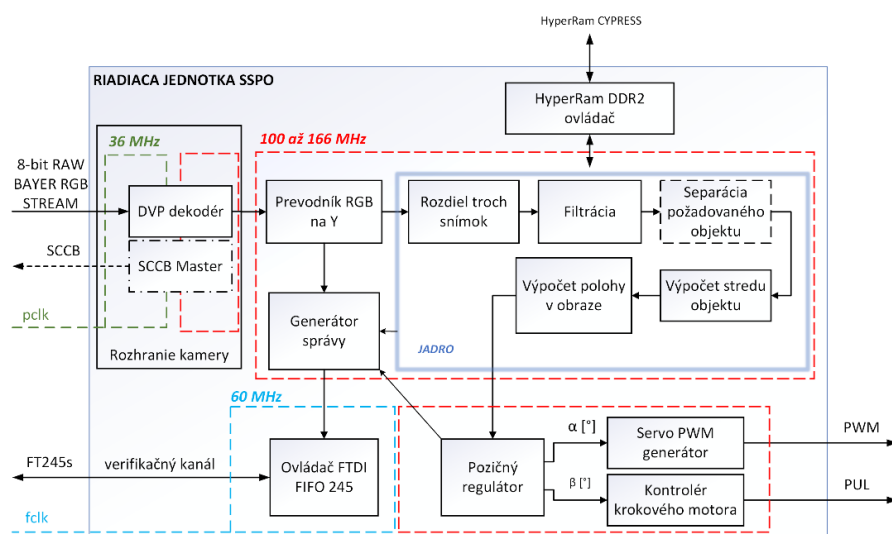
## 4 KONCEPT ZÁKLADNEJ DOSKY PLOŠNÝCH SPOJOV PRE RJ

Riadiaca jednotka celého systému je realizovaná na DPS (Doska Plošných Spojov), ktorej úlohou je fyzické prepojenie nasledujúcich komponentov: spracovanie obrazu a následné riadenie akčných členov zabezpečuje modul TE0725 s FPGA Artix-7. Powermanažment s nízkostratovým DC/DC (Direct Current/Direct Current) meničom sa stará o napájanie celej RJ s kamerou. Overenie správnej funkčnosti systému v priebehu vývoja je realizované implementáciou vysokorýchlostného verifikačného kanálu medzi FPGA a PC čipom FT232.

Primárnym cieľom projektu bola implementácia celého systému do jedného čipu FPGA s maximálnym využitím jeho potenciálu v paralelnom spracovaní dvojrozmerného obrazu z kamery. Na nasledujúcej strane je predložený návrh základnej dosky plošných spojov DPS RJ. Ďalej je na Obrázku 6 zobrazený zjednodušený koncept riadiacej logiky v FPGA.



Obrázok 5: Blokové znázornenie RJ v systéme SSPO



Obrázok 6: Koncept RJ v hradlovom poli FPGA Artix-7

## 5 ZÁVER

Cieľom tejto práce bolo preskúmať a navrhnúť riešenie systému pre sledovanie pohybujúcich sa objektov. Prvá časť práce je venovaná skúmaniu jednotlivých postupov nevyhnutných pre vytvorenie sledovacieho zariadenia, druhá časť sa zaoberá konceptom DPS a riadiacej jednotky v obvode FPGA na blokovej úrovni. Funkčnosť jednotlivých algoritmov popísaných v tejto práci bola overená testovacou aplikáciou v PC so zdrojom videosignálu z webkamery. Snímanie webkamerou v reálnom prostredí bolo demonštrované demo DPS doskou s mikrokontrolérom ATmega. Dáta z aplikácie sú potom prenášané do mikrokontroléra, ktorý potom riadi krokový motor a servo. Predmetom ďalšej činnosti bude implementácia celého systému iba do obvodu FPGA.

## REFERENCIE

- [1] *Hardware Design of Moving Object Detection on Reconfigurable System* [online]. Taiwan: Hung-Yu Chen, Yuan-Kai Wang, 2016 [cit. 2018-12-14]. Dostupné z: [https://file.scirp.org/pdf/JCC\\_2016081015273428.pdf](https://file.scirp.org/pdf/JCC_2016081015273428.pdf)
- [2] Foreground detection. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2018-12-14]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Foreground\\_detection](https://en.wikipedia.org/wiki/Foreground_detection)